

EVOLUCIÓN DE LA CONECTIVIDAD EN LA RED AÉREA MEXICANA Y EL
CRECIMIENTO DEL TURISMO NACIONAL

Febrero, 2015

Pedro Manuel Lichtle Fragoso
Secretaría de Turismo*

Juan Carlos Sánchez Salinas
Secretaría de Turismo**

David Armando López Noría***

José Antonio Padilla Jiménez****

Resumen

En el presente documento se analiza la evolución de la conectividad en la red aérea mexicana y sus propiedades. Se revisa el flujo de viajeros hacia los aeropuertos comerciales nacionales mediante la creación de una red y obteniendo su conectividad, centralidad e intermediación. Para observar el cambio de la red aérea nacional a través del tiempo, se contrasta la conectividad de la red aérea en los años 2000 y 2013.

Los resultados sugieren que las grandes ciudades, en donde arriban un gran número de turistas, siguen concentrando el movimiento de la red aérea nacional. No obstante, el aeropuerto de Cancún se ha posicionado con una mayor centralidad solamente por debajo del aeropuerto de la Ciudad de México.

Los resultados también apuntan sobre un impacto positivo de la conectividad aérea en el turismo y se plantea la oportunidad de seguir impulsando políticas públicas para incrementar la conectividad en el país para detonar mayor crecimiento turístico nacional.

La serie de Documentos de Investigación Estadística y Económica presenta resultados preliminares de investigación realizados en la Secretaría de Turismo con el propósito de generar intercambio y debate de ideas para el desarrollo del sector turismo. El contenido de los Documentos de Investigación Estadística y Económica, así como los argumentos vertidos, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los de la Secretaría de Turismo.

* Director General de Integración de Información Sectorial. Email: plichtlef@sectur.gob.mx

** Director de Análisis Regional. Email: jsanchezs@sectur.gob.mx

*** Consultor en Ciencia de Datos. Email: dalopeznoria@gmail.com

**** Consultor en Ciencia de Datos. Email: pajosean@gmail.com

1. Introducción.

La importancia de la conectividad en la red aérea de un país radica en que el transporte aéreo genera beneficios directos para un número importante de consumidores y promueve, de forma indirecta, la actividad económica en las regiones y mercados que conecta a través de sus rutas. Además, existen beneficios que se observan en puestos de trabajo generados tanto en manufactura aeroespacial como en servicios de turismo.

Los beneficios directos de la conectividad pueden observarse en la operación de líneas aéreas y aeropuertos, en las operaciones de mantenimiento de aeronaves y las actividades de manufactura ligadas a los componentes de la industria aeroespacial.¹ No obstante, también existen beneficios en el sector turismo, por ejemplo, los generados por las actividades que sirven de complemento para los viajeros aéreos, como infraestructura e instalaciones comerciales, restaurantes y hoteles.

En el presente documento se presenta la evolución de la conectividad en la red aérea mexicana y sus propiedades. Para ello se analizó el flujo de viajeros hacia los aeropuertos comerciales nacionales mediante la creación de una red y obteniendo su conectividad, centralidad e intermediación. En este caso, centralidad se define como la importancia de un aeropuerto como punto de origen y destino del tráfico; y la intermediación se define como la importancia como punto de tránsito entre diferentes sistemas.

Por un lado, de acuerdo con el *Air Transportation Action Group* la industria aeroespacial ocupó en 2012 cerca de 32 mil personas en 16 entidades del país, donde Baja California concentró casi la mitad y tan sólo en Tijuana ofreció empleo a 7,313 personas.² Por otro lado, de acuerdo con el INEGI en 2012 la industria del turismo generó 2,279,170 puestos de trabajo equivalentes, representando el 5.83% del total a nivel nacional, distribuidos en todo el territorio nacional.³

Para enfrentar los retos en conectividad aérea, por ejemplo los altos niveles de congestión y la falta de capacidad, en México existen propuestas de política pública como promover a nivel nacional las libertades del aire. Lo anterior implica que las aerolíneas extranjeras puedan llevar el tráfico entre dos puntos internos en un país, y también implica el derecho de un país de origen para mover pasajeros dentro de otro país. Una cuestión relevante del tema es que las libertades del aire son independientes de los acuerdos comerciales, por lo tanto, representan una oportunidad para que las aerolíneas puedan invertir en nuestro país y fomentar el desarrollo de la conectividad en los próximos años.

La metodología utilizada en el documento incluye una herramienta de visualización de datos conocida como grafo dirigido, donde se pueden observar las conexiones entre aeropuertos. El concepto en el que se fundamentan los grafos dirigidos es la necesidad de establecer un conjunto de principios para organizar bases de datos como el flujo dentro de las rutas aéreas y la importancia relativa de los aeropuertos en la conectividad.

¹ En 2006, *IATA Economics* estimó que un incremento de 10% en la conectividad aérea generaba un beneficio por el lado de la oferta del 0.7% del PIB de México. Octubre 2007.

² Air Transportation Action Group, 2012.

³ INEGI, Cuenta Satélite del Turismo de México 2012.

2. Red aérea nacional: definiciones.

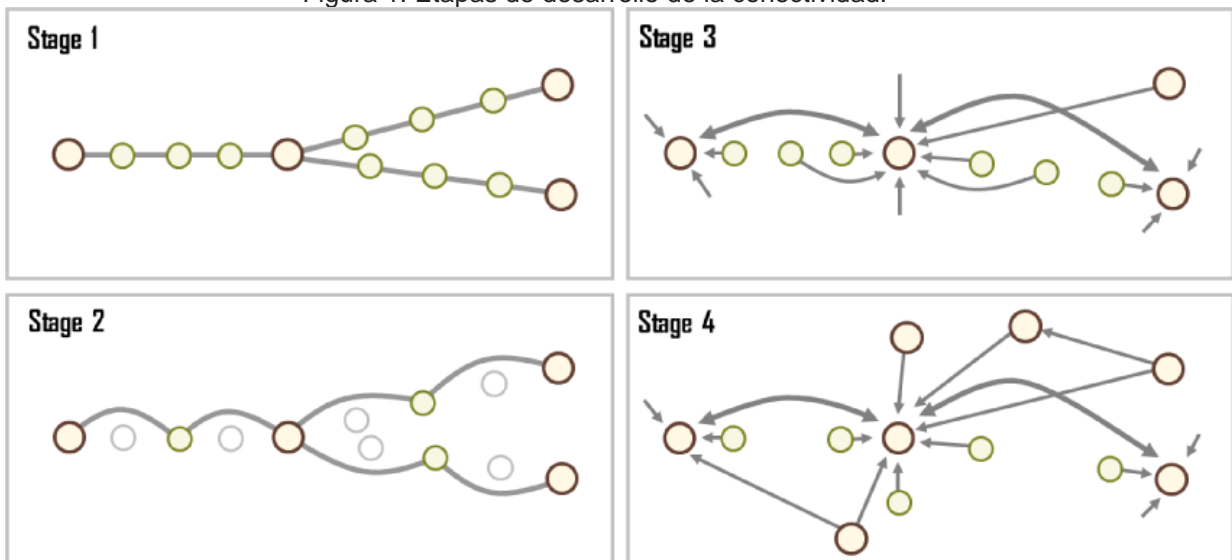
Antes de iniciar con la exploración de la conectividad, conviene aclarar una serie de definiciones utilizadas a lo largo del documento. En primer término, en este documento se entiende por red aérea a la estructura de espacios físicos: aeropuertos y rutas. En segundo término, en este documento se define la conectividad aérea como una ramificación de rutas por número de vuelos entre los aeropuertos en el interior del territorio nacional y los sistemas urbanos cercanos, así como sus conexiones a nivel internacional.

Para nuestro caso, la centralidad es definida por la importancia del aeropuerto como punto de origen y destino del tráfico; mientras que la intermediación se define por la importancia del aeropuerto como punto de tránsito entre diferentes sistemas de circulación. Adicionalmente, se considera que en el sistema de circulación los aeropuertos y el número creciente de sus rutas aéreas desempeñan una función esencial para materializar la movilidad dentro y fuera de los límites territoriales nacionales.

La evolución de la conectividad puede aproximarse gráficamente en la Figura 1. En las etapas iniciales (Stage 1 y Stage 2) se utilizan conexiones básicas lineales y directas entre aeropuertos; y en las etapas finales (Stage 3 y Stage 4) se desarrolla un efecto de acumulación y distribución de interconexiones por aeropuertos, especialmente a nivel internacional. En suma, la Etapa 3 (Stage 3) podría corresponder a la conectividad aérea de México en el año 2000 y la Etapa 4 (Stage 4) correspondería a la conectividad aérea de México en el año 2013.

Los círculos de color amarillo (grandes) representan un aeropuerto con un volumen de tráfico aéreo alto y los círculos de color verde (pequeños) representan un aeropuerto con un volumen bajo de tráfico aéreo. Además, el grosor de las flechas en color gris indica el volumen de tráfico con un origen y con un destino específico.

Figura 1. Etapas de desarrollo de la conectividad.



Fuente: O'Connor, K. (1995) "Airport Development in Southeast Asia".

Para el caso de México, de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), existen cinco tipos de redes o sistemas de transporte: i) red carretera y caminos: 377 mil kilómetros; ii) red carretera federal: 49 mil kilómetros; iii) puertos: 117 puertos; iv) aeropuertos: 76 aeropuertos (17 manejan el 88% de los pasajeros); y v) ferrocarril: contamos con cerca de 27 mil km de vías férreas. Finalmente, vale la pena destacar que en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 se señalaba la operación de 10 aerolíneas mexicanas en total en los mercados de pasaje y carga, las cuales en conjunto poseen 258 aeronaves, que tienen una edad promedio de 11.2 años.⁴

Por un lado, la red aérea transporta el 2.5% del total de transporte de pasajeros, un elevado nivel comparado con la red ferroviaria (1.2%) o la red marítima (0.3%). Por otro lado, la red aérea transporta el 0.1% del total de transporte de carga, un bajo nivel comparado con la red ferroviaria (12.6%) o la red marítima (32.5%). Por lo tanto, la variable estadística que utilizamos es el número de vuelos contabilizados en cada ruta de cada aeropuerto dentro del territorio nacional.

Utilizando el número de rutas (red) y el número de vuelos en cada ruta (variable) se consideran figuras que representan la conectividad de la red aérea nacional conocidos como grafos dirigidos.⁵ Asimismo, en los grafos dirigidos se utilizó la medida de centralidad por vectores propios, la cual mide la influencia de un nodo en una red, similar al *PageRank* de Google.⁶

3. Análisis de conectividad con grafos dirigidos.

La conectividad de la red aérea nacional se analizó con un conjunto de grafos, tomando cada aeropuerto de la red como un nodo. Existe una arista entre cada par de aeropuertos (nodos) que indica el origen y destino de los pasajeros, siendo el peso de la misma el número de pasajeros que viajaron en determinado periodo de tiempo. Después se estudiaron las propiedades básicas de dicha red como sus grados, conectividad y centralidad.⁷ A continuación se presentan los principales resultados:

a) Estado de los nodos. El número de nodos que aparecieron en la red nacional fueron dos, permanecieron 55 y desaparecieron seis. Esto significa que del año 2000 al 2013 se crearon rutas que conectan a dos nuevos aeropuertos nacionales y se eliminaron o cancelaron rutas desde/hacia algún destino nacional.

b) Grados. Cada nodo de la red tiene un número de conexiones entrantes y salientes de otros nodos. A la cuenta del número de conexiones se le llama grado. En el caso de la red aérea, se examinó el grado para todos los nodos en los años 2000 y 2013.

⁴ Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Infraestructura del Transporte 2013-2018*, p 35.

⁵ Por cuestiones de espacio y discusión, la definición con mayor detalle sobre los grafos dirigidos y la medida de centralidad por vectores propios no se encuentra en el presente documento, en las referencias bibliográficas se puede realizar una revisión con mayor amplitud.

⁶ Google ordena los resultados de la búsqueda utilizando su propio algoritmo *PageRank*. A cada página web se le asigna un número en función del número de enlaces de otras páginas que la apuntan, el valor de esas páginas y otros criterios no públicos.

⁷ En el Anexo se define el proceso.

De acuerdo con los resultados, las tres ciudades más grandes (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) son las que tienen mayor cantidad de conexiones (grados), siendo los aeropuertos con mayor cantidad de llegadas y salidas, tanto por interconexiones como por destino final o vuelo de salida. Adicionalmente, se observa que varios aeropuertos con destinos de playa (Cancún, Puerto Vallarta, San José del Cabo y Acapulco) y una ciudad fronteriza (Tijuana) ocupan los primeros lugares de conexiones.

Si se observa un incremento en el número de conexiones, Cancún fue el aeropuerto con un mayor número de aeropuertos añadidos en este periodo (100), seguido de Toluca (41), San José del Cabo (32) y Puerto Vallarta (30). Además, analizando los nodos de las grandes ciudades con un mayor incremento en grados, se observa un incremento global del año 2000 al 2013; y actualmente tienen un incremento (local) desde los años 2011 y 2012.

c) Conectividad. Mide qué tan conectados están todos los nodos de la red. Una red conexas tiene todos sus pares de nodos conectados entre sí, y una red fuertemente conexas tiene cada par de nodos conectados por dos vértices dirigidos para los dos sentidos. La red aérea de este estudio no es conexas, sin embargo se puede evaluar qué porcentaje de conexión tiene con relación a una red conexas del mismo número de nodos con la siguiente expresión:

$$\frac{\sum_i^n g_{ex}(i)}{\sum_i^n g_{max}(i)} = \frac{\sum_i^n g_{ex}(i)}{V * (V - 1)}$$

Donde $g_{ex}(i)$ es el número existente de conexiones (grados) del nodo i , $g_{max}(i)$ es el máximo número de grados posibles de i , y V es el número total de vértices (nodos) en el grafo. Para el año 2013, el resultado obtenido fue de 0.051, lo que indica que el número de conexiones de la red es muy pequeño contra el total posible. En este caso, surge la pregunta ¿cuántos vuelos distintos son necesarios para llegar de un aeropuerto a otro en la red?

El recorrido de un nodo a otro se denomina *paso*, y la distancia entre dos nodos A y B es el número de pasos que se tienen que recorrer para llegar del nodo A al B. De ésta forma, para los años 2000 y 2013 se estimó, para cada par de nodos en la red, la distancia más corta, es decir, el camino con la distancia más corta entre cada par. La distribución de las frecuencias es muy similar entre 2000 y 2013.

Cuadro 1. Frecuencia de las distancias más cortas, 2000 y 2013.

Año	Nodos	Distancia	Frecuencia	Porcentaje (%)
2000	127	1	1138	7.06
		2	11,588	71.85
		3	3,168	19.64
		4	108	0.67
2013	155	1	1,380	5.74
		2	17,394	72.4
		3	5,088	21.18
		4	8	0.03

Fuente: Cálculos propios con base en DGAC.

Aproximadamente 72% de los nodos requieren dos pasos, dos vuelos o conexiones, para llegar a un destino; y 20% requiere tres pasos. En este sentido, el porcentaje de nodos con un solo paso (un solo vuelo entre origen y destino) es de 7% en el año 2000 y se reduce a 5.7% en 2013. Sin embargo, este tipo de proporciones se deben en gran medida a que la mayoría de los nodos conectan con tres aeropuertos localizados en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

Para el año 2000, el viajar por otras ciudades que no fuesen las tres mencionadas anteriormente acarrearía un costo mayor para el viajero. Midiendo el costo por el número de vuelos que se tendrían que tomar para llegar a algún destino, se tiene que solamente el 30% de los viajes entre los nodos A y B requería de dos pasos; casi el 28% necesitaría de tres pasos; y un importante 28% requería de seis pasos (lo cual es imposible en la práctica).

Cuadro 2. Frecuencia de las distancias más cortas, sin contar las Grandes Ciudades, 2000 y 2013.

Año	Nodos	Distancia	Frecuencia	Porcentaje (%)
2000	127	1	748	4.86
		2	4,622	30.06
		3	4,292	27.91
		4	1,192	7.75
		5	68	0.44
		6	4,330	28.16
2013	155	1	1,348	5.83
		2	16,808	72.75
		3	4,790	20.73
		4	6	0.03

Fuente: Cálculos propios con base en DGAC.

Este resultado contrasta con los obtenidos en 2013, donde los nodos de las grandes ciudades siguen siendo importantes, aunque los porcentajes son similares ya sea que no se consideren en la red o considerándolos. Esto indica que la red en el año 2013 tiene más opciones de viaje para llegar a un mismo destino. Por otro lado, es más robusta porque tiene más conexiones a su disposición, en caso de que ya no existiera alguna ruta (arista) o aeropuerto (nodo), y por tanto, se puede continuar viajando a algún destino determinado.

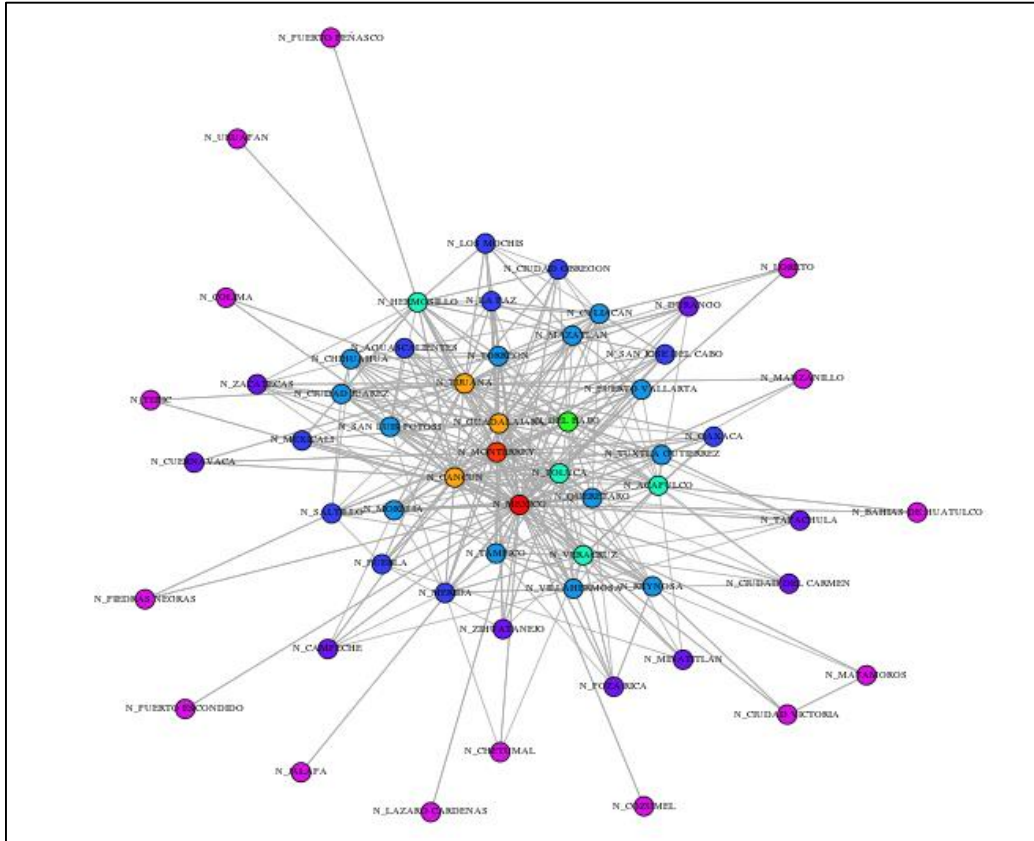
d) Centralidad. Identifica los vértices más importantes. Para este estudio, se utilizó la medida de centralidad por vectores propios, la cual mide la influencia de un nodo en una red al asignar valores a cada nodo. Con base en la idea de que las conexiones a los nodos con mayor valor tienen una mayor contribución al valor de dicho nodo, que conexiones iguales a los nodos de menor valor.

Las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey permanecen como nodos importantes a lo largo del tiempo, ocupando los lugares 1, 2 y 3 en el año 2000; y ocupando los lugares 1, 3 y 4 en el 2013. En 2013, la importancia de los aeropuertos de Cancún (2), Tijuana (5), Puerto Vallarta (8) y San José del Cabo (9) se incrementa. Por último, el caso que generó

el mayor cambio en la comparación entre redes fue Cancún: pasa de la séptima posición en 2000, hasta la segunda en 2013.

Utilizando el análisis de grafos dirigidos, los resultados sobre centralidad se pueden observar en la Figura 2. La coloración tiende al color púrpura y al azul cuando la puntuación de centralidad es menor, y al color rojo cuando la puntuación es mayor (tiende a 1).

Figura 2. Centralidad de la red aérea en el año 2013.
Centralidad por eigenvector dominante.



Fuente: Elaboración propia con base en DGAC.

Cuadro 3. Centralidad de la red aérea en el año 2013.
Centralidad por eigenvalor dominante.

NODO	AEROPUERTOS
	Monterrey y Ciudad de México
	Guadalajara, Cancún y Tijuana
	Del Bajío
	Toluca, Acapulco, Hermosillo y Veracruz
	Torreón, Mazatlán, Culiacán, Puerto Vallarta, Tuxtla Gutiérrez, Querétaro, Reynosa, Villahermosa, Tampico, Morelia, San Luis Potosí, Ciudad Juárez y Chihuahua.
	La Paz, Ciudad Obregón, Los Mochis, San José del Cabo, Oaxaca, Mérida, Puebla, Saltillo, Mexicali y Aguascalientes
	Durango, Tapachula, Ciudad del Carmen, Minatitlán, Poza Rica, Zihuatanejo, Campeche, Cuernavaca y Zacatecas.
	Loreto, Manzanillo, Bahías de Huatulco, Matamoros, Ciudad Victoria, Cozumel, Chetumal, Lázaro Cárdenas, Jalapa, Puerto Escondido, Piedras Negras, Tepic, Colima, Uruapan y Puerto Peñasco

Fuente: Elaboración propia con base en DGAC.

A partir de la Figura 2 y el Cuadro 3, se puede considerar que los aeropuertos centrales son los de Monterrey y Ciudad de México; y en segundo término se encuentran Guadalajara, Cancún y Tijuana.

Asimismo, la Figura 2 permite observar la distribución espacial y la influencia de los aeropuertos en la conectividad aérea nacional diferenciada por color. Por ejemplo, el aeropuerto concentrador y distribuidor es el de la Ciudad de México localizado en el centro del grafo y diferenciado con el color rojo; y los aeropuertos satélites (Loreto, Manzanillo, Matamoros, etc.) se ubican en la parte periférica del grafo y diferenciados con el color púrpura. Aquí, es importante considerar el incremento de la infraestructura y capacidad instalada como la solución de largo plazo para el problema de concentración en la conectividad de la red aérea nacional.

4. Conectividad y turismo nacional.

Para observar el cambio de la red a través del tiempo, se contrasta la conectividad de la red aérea mexicana en los años 2000 y 2013. En años recientes se observó un incremento sostenido del número de vuelos, a la par de aumentos constantes en el volumen de carga y del número de pasajeros trasladados. Por ejemplo, durante el periodo 2000-2011, de acuerdo con *Aviasolutions*, la tasa de crecimiento promedio del número de pasajeros movidos en el país fue de 3.0%.

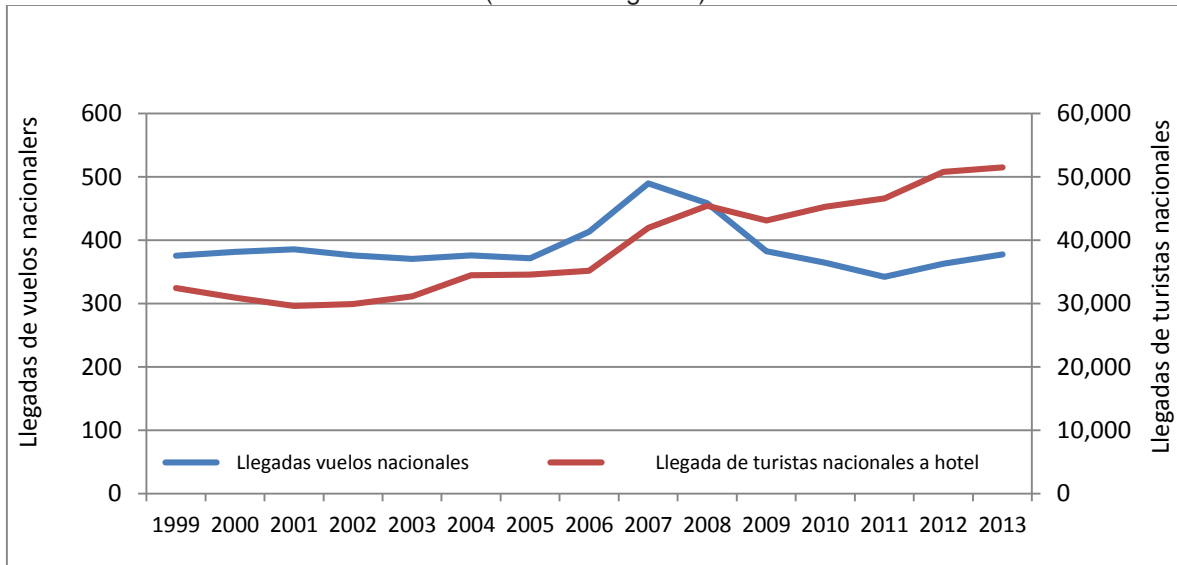
Las proyecciones propuestas por *Aviasolutions* sugieren que durante el periodo 2009-2020 nos enfrentaremos a una tasa de crecimiento del 6.1%.⁸

Estos pronósticos implican el doble de tránsito durante los próximos 10 años y sugieren que tal magnitud generará inevitablemente repercusiones considerables para la política, por ejemplo: i) fomentar el balance correcto entre un sistema de tráfico completamente liberalizado y soportar las industrias de aerolíneas y fabricantes de México; y ii) optimizar el potencial de crecimiento del mercado de aviación dentro de las obligaciones de tratados internacionales.

El incremento en el número de pasajeros vía aérea tiene una repercusión directa en el número de turistas. En 2013, llegaron 45.2 millones de pasajeros a algún aeropuerto de la red aérea mexicana, de los cuáles 30.4 millones llegaron en vuelos de origen nacional, mientras que 14.8 millones llegaron de algún aeropuerto fuera del país.⁹

A continuación se presenta el comportamiento, a partir del año 2000 y hasta 2013, del número de vuelos en servicio regular de empresas nacionales y la ocupación hotelera de turistas residentes en corredores turísticos.¹⁰

Gráfico 1. Vuelos de empresas nacionales y llegada de turistas nacionales, 1999-2013.
(miles de llegadas)



Fuente: Elaboración propia con base en DGAC y DataTur.

⁸ *AviaSolutions*, 2010. Los pronósticos se aplicaron en el periodo mayo-principios de agosto de 2010 (anteriores a la salida de la línea aérea de Mexicana). Las proyecciones utilizadas corresponden a la empresa AviaSolutions porque ha desarrollado pronósticos a largo plazo sobre el tráfico aéreo para México en respaldo del desarrollo de la política nacional de transporte aéreo.

⁹ Dirección General de Aviación Civil, Estadística Operacional Origen-Destino (mensual).

¹⁰ En el Anexo se pueden consultar los cierres a 2014 de dichas cifras a nivel nacional con información de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

El Gráfico 1 muestra un comportamiento de tendencia similar entre la llegada de vuelos a nivel nacional y la ocupación hotelera en destinos turísticos monitoreados en el Sistema Nacional de Información Estadística del Sector Turismo de México – DataTur. Sin embargo, existe una divergencia entre ambas series a partir del año 2008, como resultado del impacto negativo de la crisis financiera internacional y también considerando la contingencia sanitaria en México durante 2009 derivada del brote de influenza.

Por un lado, en 2009 la economía mexicana sufre una fuerte contracción que podría reflejarse en una menor demanda de transporte aéreo, no sólo para los viajeros con motivos turísticos, sino también para los viajes de negocio. Las aerolíneas reaccionaron a la menor demanda de transporte aéreo y a un incremento de costos reduciendo vuelos. La disminución de vuelos se agravó en 2010 con la suspensión de operaciones de Mexicana y Aviacsa, mismos que no pudieron ser sustituidos en su totalidad por otras aerolíneas sino hasta el año 2012.

Por otro lado, el aumento en el número de turistas nacionales a hotel pudo deberse a que sustituyeron la transportación aérea utilizando el transporte terrestre para llegar a sus destinos. Lo anterior no es un indicador de dependencia directa entre ambas variables, sin embargo, puede considerarse como una aproximación para la existencia de una correlación entre el comportamiento de la conectividad de la red aérea nacional y el turismo nacional.¹¹

A partir de 2012 el comportamiento del número de vuelos y de la llegada de turistas nacionales comienza a moverse en la misma dirección, como resultado de la mejoría en las condiciones económicas; y a que las aerolíneas mexicanas concluyeron el proceso de sustitución de rutas de Mexicana e incrementaron el número de equipos de vuelo, como se muestra en el Cuadro 3.

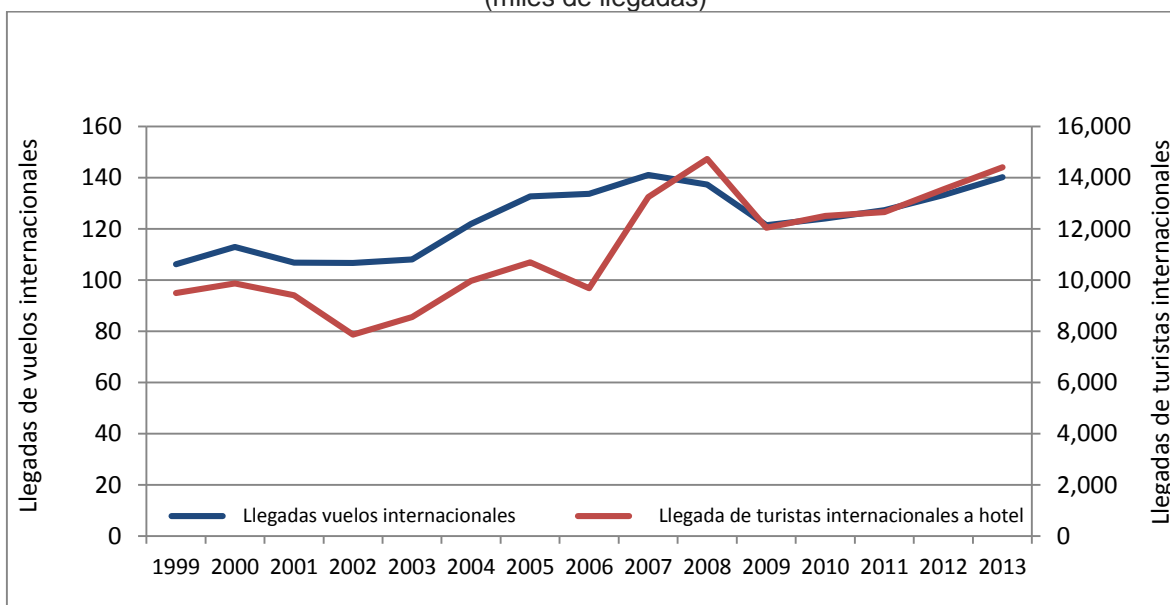
Cuadro 3. Equipo de vuelo en aerolíneas nacionales, 2010-2013.

Aerolínea	2010	2011	2012	2013
Interjet	22	33	37	44
Volaris	26	34	41	44
Aeroméxico	95	105	117	118

Fuente: Aerolíneas seleccionadas, DGAC.

¹¹ El coeficiente de correlación se ubica en 0.87 en el periodo entre 1999 y 2008.

Gráfico 2. Vuelos internacionales y Llegada de turistas internacionales, 1999-2013.
(miles de llegadas)



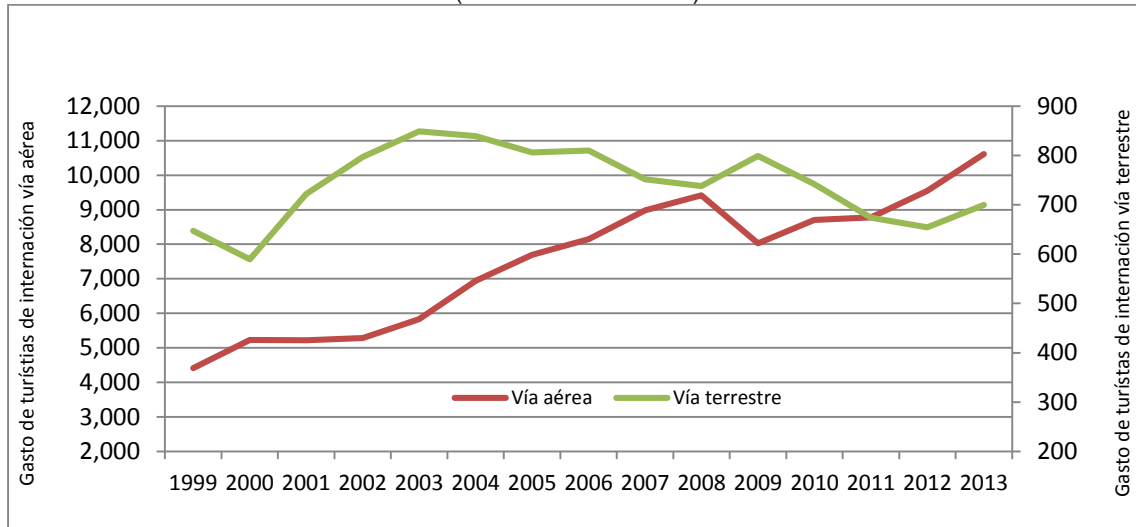
Fuente: Elaboración propia con base en DGAC y DataTur.

El Gráfico 2 señala, para el periodo 2000-2013, una tendencia similar entre la llegada de vuelos internacionales y la llegada de turistas internacionales. La mayor variación para ambas series se ubica entre los años 2006-2009.¹²

Con la evolución mostrada en el Gráfico 2 no hay duda que el entorno externo ha mejorado, lo que representa que ambas series tengan un comportamiento similar. Aunado a esto, en la siguiente sección se presenta el comportamiento del gasto de los viajeros que ingresaron vía aérea. En el Gráfico 3, se observa que para el periodo de 2000 a 2013, el comportamiento del gasto de los viajeros que ingresaron vía aérea difiere a lo que muestra el gasto de los viajeros que ingresaron vía terrestre. Por un lado, la serie de gasto vía aérea presenta una tendencia creciente a lo largo del periodo de observación, por el contrario, la serie de gasto vía terrestre presenta una tendencia decreciente a partir de 2009.

¹² El coeficiente de correlación se ubica en 0.80 en el periodo entre 1999 y 2008.

Gráfico 3. Gasto de los turistas de internación que ingresaron por vía aérea o terrestre, 2002-2013.
(millones de dólares)

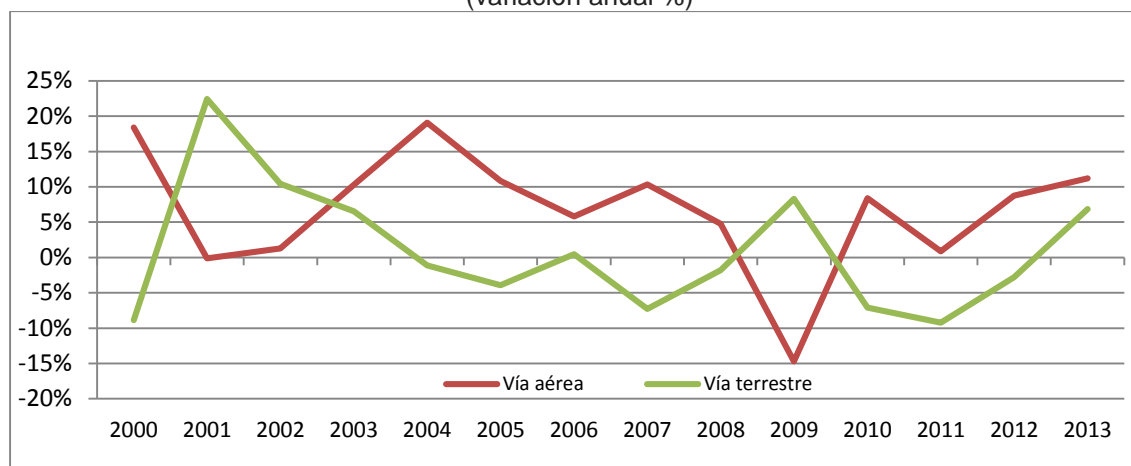


Fuente: Elaboración propia con base en Banxico.

Para el caso del gasto de viajeros vía aérea se observa un crecimiento importante entre 2002 y 2008, pasando de poco más de 5 mil millones de dólares (mdd) en 2002, a más de 9 mdd para 2008; lo mismo ocurre con la variación anual del gasto (Gráfico 4).

Sin embargo, en 2009 se presenta una caída importante, considerando la crisis del mercado financiero a nivel mundial, y en los últimos tres años del periodo se observa nuevamente un incremento importante con una tendencia creciente que se puede mantener en los siguientes años.

Gráfico 4. Gasto de los turistas de internación que ingresaron por vía aérea o terrestre, 2002-2013.
(variación anual %)



Fuente: Elaboración propia con base en Banxico.

5. Conclusiones.

Considerando que los aeropuertos y el número creciente de sus rutas aéreas, así como el incremento de la conectividad son una condición necesaria para incrementar el número de viajeros. Los resultados aquí presentados sugieren que existe un impacto directo del incremento de la conectividad aérea nacional sobre el número de turistas transportados.

El análisis de conectividad, centralidad e intermediación nos indica lo siguiente:

- i) Los aeropuertos de las grandes ciudades con un gran número de turistas, siguen concentrando el movimiento de la red aérea nacional.
- ii) Los aeropuertos cercanos a destinos de sol y playa obtienen el mayor número de conexiones añadidas en el periodo evaluado.
- iii) En 2013, la conectividad de la red se robusteció porque tiene más conexiones a su disposición.

Para el caso de México, la conectividad de la red aérea tiene las siguientes características: un aeropuerto que centraliza las rutas existentes y un elevado número de aeropuertos secundarios con una gran disparidad entre ellos porque tienen una distribución de rutas muy irregular. En 2013 existían 76 aeropuertos nacionales y tan sólo 17 aeropuertos con el 86% de los pasajeros (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Infraestructura del Transporte 2013-2018) reflejando un desequilibrio en la conectividad a nivel nacional.

Centralidad: en el periodo que corresponde del año 2000 al 2013, los aeropuertos de las tres ciudades más grandes (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey) son los que tienen la mayor cantidad de conexiones (rutas). La centralidad para los aeropuertos de las ciudades antes mencionadas corresponde, jerárquicamente del nivel nacional a 1, 2 y 3 respectivamente en el 2000; y centralidad de 1, 3 y 4 respectivamente en el 2013.

Intermediación: descartando al aeropuerto de Toluca, tanto el aeropuerto de Cancún como los de San José del Cabo y de Puerto Vallarta, corresponden con el mayor número de conexiones añadidas en el periodo evaluado. Además, las rutas no son necesariamente directas porque la mayoría requiere de dos o más vuelos para llegar a su destino, lo que resalta la importancia de la Ciudad de México como un aeropuerto concentrador y distribuidor de viajeros a nivel nacional.

Si se observa el incremento en el número de conexiones, el aeropuerto de Cancún fue el que mostró el mayor número de conexiones añadidas (100), seguido de Toluca (41), San José del Cabo (32) y Puerto Vallarta (30). Por último, la intermediación sugiere que aproximadamente 72% de las rutas requieren dos vuelos para llegar a su destino y 20% requiere tres vuelos.

Los resultados anteriores sugieren que las grandes ciudades, en donde arriban un gran número de turistas, siguen concentrando el movimiento de la red aérea nacional. No obstante, el aeropuerto de Cancún se ha posicionado con una mayor centralidad solamente por debajo del aeropuerto de la Ciudad de México, por lo que se consolida como un destino con un alto grado de incidencia turística.

Adicionalmente, se observa que en el año 2000 el viajar por otras ciudades que no fuesen México, Guadalajara o Monterrey acarrearía un costo mayor al viajero. En contraste, para el año 2013 la red tiene más opciones de viaje para llegar a un mismo destino, esto indica que la conectividad de la red se robusteció porque tiene más conexiones a su disposición en caso de que ya no existiera alguna ruta o aeropuerto y, por tanto, se puede continuar viajando a algún destino específico.

En conclusión, se considera que el mejoramiento de las instalaciones aéreas ha estimulado el turismo y la accesibilidad es la función principal de la conectividad para el transporte turístico, con el fin de acceder a los destinos alejados del lugar de origen del viajero. En este sentido, la mejora en la conectividad en el tráfico aéreo nacional tiene un efecto positivo sobre el turismo nacional porque permite superar las restricciones ocasionadas por las condiciones orográficas del país.

Adicionalmente, si la capacidad de infraestructura de los aeropuertos se mantiene constante o no crece en una proporción suficiente para atender a la demanda creciente por acceso aeroportuario puede generarse un problema para el acceso a los destinos turísticos. En otras palabras, a medida que la capacidad se acerque al límite máximo de aterrizajes y despegues que un aeropuerto puede satisfacer, será más factible que la demanda exceda a la oferta y se generen condiciones de saturación.

Los temas de política pública pueden aumentar el número de vuelos hacia destinos turísticos en México, así como la creación de nuevos servicios, incluyendo las libertades del aire como herramienta de atracción tanto de inversiones, por parte de líneas aéreas; como incremento de conexiones. Lo anterior es un elemento clave para la transición de la economía mexicana con base en industrias primarias como la manufactura hacia una economía con base en industrias de servicios como el turismo.

Una política pública podría ser el establecimiento de un sistema de aeropuertos múltiple.¹³ Redistribuyendo el número de operaciones del aeropuerto central (Ciudad de México) para que algunas aerolíneas puedan cambiar rutas hacia aeropuertos cercanos como el Aeropuerto de Toluca, de forma que el grado de saturación del primero disminuya.

El desempeño del sistema de aeropuertos múltiple depende de una serie de factores técnicos y económicos. Por ejemplo, técnicos como la capacidad, ubicación geográfica, altura del aeropuerto y el largo de las pistas; debido a que son factores analizados por las aerolíneas para determinar el tipo de aeronave que puede utilizar.

En términos económicos, las aerolíneas optimizan el uso de sus aeronaves considerando no sólo el valor de un vuelo individual sino también el efecto multiplicador de concentrar vuelos en un mercado. Por su parte, los pasajeros consideran aspectos como la accesibilidad geográfica y la frecuencia de los vuelos en la ruta que desean para sustituir su elección entre aeropuertos.

Una posible extensión del presente documento puede considerar un análisis con una mayor desagregación de la información en las conexiones, por ejemplo, realizar un análisis de vuelos de empresas nacionales y llegadas de turistas por tipo de vuelo o incluso por tipo de destino para expresar la dimensión del crecimiento del turismo nacional a través de la conectividad aérea.

Este documento incluye una herramienta de visualización de datos conocida como grafo dirigido, donde se pueden observar las conexiones entre aeropuertos. Este tipo de visualización puede utilizarse para observar la evolución en la conectividad aérea, así como la inclusión (eliminación) de un aeropuerto y cómo afectaría la conectividad total, un tema que puede incluirse en análisis posteriores.

¹³ Ortiz, 2004.

6. Anexo.

Para llevar a cabo el análisis de la red aérea, se establecieron grafos dirigidos con las siguientes características:

Nodos

Son los aeropuertos que aparecen en la base de datos de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), se descartan los aeropuertos que sólo tienen vuelos *charter* y vuelos especiales (un único vuelo), además de los vuelos estacionales (sólo salen en una temporada del año) de menor frecuencia. Esto se logra obteniendo el número total de vuelos por aeropuerto, ya sea como origen o como destino, y eliminando los aeropuertos que tengan menos de 50 vuelos en todo el tiempo del registro.

El número de aeropuertos que entran en esta categoría son 108. Eliminando dichos aeropuertos, de un total de 299 existentes en DGAC durante el periodo 2000-2013, quedan 191, los cuales son los nodos que se utilizan en este estudio. Cabe destacar que el número de nodos es variable, por ejemplo en el año 2000 el número de nodos fue de 127, mientras que para el año 2013 existen 155 nodos.

Aristas

Son el número de pasajeros que viajaron desde el aeropuerto de origen al aeropuerto de destino en determinado periodo de tiempo.

Red dirigida y con pesos

Dado que existe un punto de origen y uno de destino en cada relación de nodos, es una red dirigida. Y dado que las aristas tienen asociadas el número de pasajeros, es una red con pesos.

Por periodo de tiempo

Con el fin de analizar el cambio en la red, se realizan grafos correspondientes a los datos de los años 2000 y 2013.

Secretaría de Turismo

Subsecretaría de Planeación y Política Turística

Documentos de Investigación Estadística y Económica

No. 2015-2

Pasajeros Transportados por Líneas Aéreas Nacionales en Operación Regular (Miles de Pasajeros)					Var% 2013 Vs. 2014
Línea Aérea	2011	2012	2013	2014	
Aeroméxico	8,186	8,317	8,713	9,509	9.1%
Volaris	5,643	7,036	8,480	9,363	10.4%
Interjet	6,412	7,242	8,392	8,694	3.6%
Aeroméxico Connect	5,597	6,201	6,587	7,488	13.7%
Vivaaerobus	3,013	3,647	3,791	3,970	4.7%
Magnicharters	791	942	822	995	21.0%
Aeromar	588	558	537	546	1.7%
Transportes Aéreos Regionales (TAR)	0	0	0	97	NA
Aéro Califa	0	0	0	32	NA
TOTAL	30,229	33,942	37,321	40,694	9.0%

Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil, SCT.

Secretaría de Turismo

Subsecretaría de Planeación y Política Turística

Documentos de Investigación Estadística y Económica

No. 2015-2

Pasajeros Transportados por Líneas Aéreas Extranjeras en Operación Regular (Miles de Pasajeros)					Var% 2013 Vs. 2014
Línea Aérea	2011	2012	2013	2014	
United Airlines	799	1,135	2,969	3,237	9.0%
American Airlines	2,793	2,956	3,018	3,350	11.0%
Delta Airlines	1,418	1,839	1,690	1,815	7.4%
US Air (U.S. Airways)	1,796	1,739	1,619	1,593	-1.5%
Alaska Airlines	1,198	1,474	1,459	1,562	7.0%
Continental Express	1,076	983	1,219	1,192	-2.2%
Total Estadounidenses	13,431	14,793	14,910	15,853	6.3%
Total Canadienses	1,697	2,119	2,230	2,402	7.7%
Total Europeas	1,662	1,908	1,978	2,033	2.8%
Total Centro y Sudamérica	1,255	1,715	2,093	2,397	14.5%
Total Asiáticas	2	0	0	0	NA
TOTAL	18,048	20,535	21,211	22,685	7%

Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil, SCT.

Secretaría de Turismo

Subsecretaría de Planeación y Política Turística

Documentos de Investigación Estadística y Económica

No. 2015-2

Sistema Aeroportuario Nacional (Miles de Pasajeros)					
Aeropuerto	2011	2012	2013	2014	TMCA
Ciudad de México (AICM)	26,365	29,481	31,532	34,252	4.2%
Cancún	13,022	14,463	15,962	17,455	7.6%
Guadalajara	7,155	7,390	8,105	8,695	4.1%
Monterrey	5,583	6,106	6,418	7,129	3.9%
Tijuana	3,488	3,751	4,255	4,373	2.0%
San José del Cabo	2,754	2,841	3,234	3,131	2.0%
Puerto Vallarta	2,482	2,480	2,591	3,039	0.4%
Mérida	1,226	1,278	1,316	1,437	4.5%
Culiacán	1,071	1,168	1,252	1,308	5.6%
Hermosillo	1,142	1,222	1,276	1,278	1.5%
Otros	15,682	16,189	17,198	18,835	1.5%
TOTAL	79,971	86,370	93,141	100,932	3.8%

Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil, SCT.

Secretaría de Turismo

Subsecretaría de Planeación y Política Turística

Documentos de Investigación Estadística y Económica

No. 2015-2

México con respecto a otros países en el tráfico aéreo internacional.

Rank	Ciudad (Aeropuerto)	Movimientos 2013	Movimientos 2012	CAMBIO %
1	ATLANTA GA, US (ATL)	911,074	930,310	-2.1
2	CHICAGO IL, US (ORD)	883,287	878,108	0.6
3	LOS ANGELES CA, US (LAX)	696,443	698,619	-0.3
4	DALLAS/FORT WORTH, US (DFW)	678,059	650,124	4.3
5	DENVER CO, US (DEN)	582,653	612,567	-4.9
6	BEIJING, CN (PEK)	567,759	557,160	1.9
7	CHARLOTTE NC, US (CLT)	557,948	552,093	1.1
8	LAS VEGAS NV, US (LAS)	520,992	527,739	-1.3
9	HOUSTON TX, US (IAH)	496,908	502,677	-1.1
10	PARIS, FR (CDG)	478,306	497,763	-3.9
11	FRANKFURT, DE (FRA)	472,692	482,242	-2
12	LONDON, GB (LHR)	471,938	475,180	-0.7
13	PHOENIX AZ, US (PHX)	459,434	458,002	0.3
14	AMSTERDAM, NL (AMS)	440,057	437,904	0.5
15	PHILADELPHIA PA, US (PHL)	432,884	443,236	-2.3
16	MINNEAPOLIS MN, US (MSP)	431,328	425,332	1.4
17	TORONTO ON, CA (YYZ)	431,323	433,832	-0.6
18	DETROIT MI, US (DTW)	425,732	427,814	-0.5
19	SAN FRANCISCO CA, US (SFO)	421,400	424,566	-0.7
20	NEWARK NJ, US (EWR)	413,744	414,127	-0.1
21	ISTANBUL, TR (IST)	406,317	364,322	11.5
22	NEW YORK NY, US (JFK)	406,143	401,728	1.1
23	TOKYO, JP (HND)	403,242	391,156	3.1
24	MIAMI FL, US (MIA)	399,140	391,195	2
25	JAKARTA, ID (CGK)	398,985	381,120	4.7
26	MEXICO CITY, MX (MEX)	396,567	377,743	5
27	GUANGZHOU, CN (CAN)	394,403	373,314	5.6
28	HONG KONG, HK (HKG)	382,782	362,067	5.7
29	MUNICH, DE (MUC)	381,951	398,039	-4
30	NEW YORK NY, US (LGA)	371,565	369,989	0.4

Fuente: Airports Council International (World airport traffic report).

Última actualización: 22 de diciembre de 2014.

<http://www.aci.aero/Data-Centre/Annual-Traffic-Data/Movements/2013-final>

Bibliografía.

- [1] Air Transport Action Group (2012), “*Aviation Benefits beyond borders*”, March.
- [2] AviaSolutions (2010), “*Aviación comercial: Desarrollo económico – Pronóstico de tráfico.*”
- [3] Banco de México. Balanza de Pagos. Consultado en <http://www.banxico.org.mx/>
- [4] Blanke, Jennifer & Thea Chiesa (editors) (2013), “*The Travel & Tourism Competitiveness Report 2013. Reducing Barriers to Economic Growth and Job Creation*”, World Economic Forum.
- [5] De la Peña, José Antonio (2012), “*Sistemas de transporte en México: un análisis de centralidad en teoría de redes*”, Escuela Matemática de América Latina y el Caribe (EMALCA), Agosto.
- [6] Díez, Roberto Pisonero (2012), “*La incidencia del turismo en la evolución de la conectividad aérea española (1970-2008)*”, Cuadernos de Turismo, No. 29, pp. 137-159.
- [7] Dirección General de Aeronáutica Civil – Estadística Operacional Origen-Destino (Mensual): Número de pasajeros que viajan por avión de/hacia aeropuertos mexicanos. Periodo de 2000 a 2013.
- [8] Figueredo, A. J. and Wolf, P. S. A. (2009), “*Assortative pairing and life history strategy - a cross-cultural study*”, Human Nature, 20:317–330.
- [9] IATA Economics (2007), “*Economic Benefits from air transport in Mexico*”, Octubre.
- [10] Ortiz Mantilla, Bernardo José (2004), “*Airport Design and Planning*”, December 9. MIT ID. 924011563.
- [11] O'Connor, K. (1995) “*Airport Development in Southeast Asia*”, Journal of Transport Geography, Vol. 3, No. 4, pp. 269-279.
- [12] Oxford Economics (2011), “*Economic Benefits from Air Transport in Mexico*”, Mexico country report.
- [13] Pajntar, Bostjan (2006), Department of Knowledge Technologies, Jozef Stefan Institute. Overview of algorithms for graphic drawing. SiKDD 2006.
- [14] Saarinen, Jarkko (2014), “*Critical Sustainability: Setting the Limits to Growth and Responsibility in Tourism*”, School of Tourism and Hospitality, University of Johannesburg, South Africa.
- [15] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2012), “*La Aviación Mexicana en Cifras 1991-2011*”, Documento electrónico.
- [16] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2013), “*Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018*”.
- Páginas web.
- [1] Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Aeronáutica Civil. Estadísticas. Consultado en: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>
- [2] Sistema Nacional de Información Estadística del Sector Turismo de México – Datatur.- Ocupación Hotelera (Mensual): Número de personas que se hospedan en hoteles de los distintos destinos turísticos mexicanos. Periodo de 2000 a 2013.

La serie de Documentos de Investigación Estadística y Económica presenta resultados preliminares de investigación realizados en la Secretaría de Turismo con el propósito de generar intercambio y debate de ideas para el desarrollo del sector turismo. El contenido de los Documentos de Investigación Estadística y Económica, así como los argumentos vertidos, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los de la Secretaría de Turismo.
